中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 34(4)：437～445 (1985)

大豆不同節位之供源與積儲關係研究[1]

曹紹徽　王強生　劉大江[2]

摘要　本試驗以大豆十石品種爲材料，於生殖生長期間分析自基部計算第6、8與12（最頂端）節位葉片之葉面積與葉綠素含量，葉片及莢果乾物重、氮素與非構造性碳水化合物（TNC）濃度，以比較不同節位供源一積儲單位間之生理差異，以及對產量的影響。試驗結果顯示在種子形成（R5）期以前，各性狀並未顯示出節位性差異，亦即各供源一積儲單位間的關係較爲單純，在此一時期葉片具有較高的生理活性，比葉重與TNC濃度增高，氮素濃度未明顯下降，而莢果壁具有暫時性的積儲功能。自種子開始形成以後，由於不同節位葉片之發生時序（sequential ontogeny）導致生理活性差異，增加了供源葉片與積儲種子間關係的複雜性；頂端節位葉片的比葉重持續上升，莢果壁含有較高的乾物重與氮量，但種子產量，充實速率及種子充實度均較低，與較低節位的表現相反，亦即上位葉片雖能維持較長的生理活性，但下位莢果對產量的重要性較高。試驗結果建議如能延緩大豆葉片生理活性之老化及提高高節位莢果種子之充實度，應可改善供源與積儲間之關係，並進而提高產量。

光合作用是控制作物生長與產量的主要因子，葉片的光合潛力除了受環境因子的作用外，還受到光合產物轉運與利用效率的影響(1)，亦即與光合產物供需平衡與否有密切的關係。作物乾物質與營養要素在各器官之間的分配受供源（source）與積儲（sink）間相互作用所支配，任何關於供源或積儲之改變均可能接直接影響同化物質及養分之分配型式(21)；Tanaka(17) 指出這種供源與積儲間相互作用的結果可決定作物產量，欲使作物有最高產量，必須有最適當的供源與積儲配合。

在臺灣可於春、夏或秋作栽培大豆，但由於環境因子的影響，農藝性狀與產量有明顯的期作性差異(3)。農業試驗所作物生理研究室於春、夏作在臺中地區栽培大豆，發現春作有較旺盛的營養生長，但夏作有較大的乾物質生產力且生殖生長期間乾物質分配效率較高(1)；本研究室未發表的報告顯示，在大豆始花（R1）期去除上或下部的葉片或莢果，對產量及植株生理有不同的影響，就產量而言，以上部葉片及下部莢果的重要性較高。上述試驗結果除說明不同部位器官的功能具有程度性的差異，並表示光合物質生產與分配效率的重要，對其相關之生理作用應予深入探討。

Hume and Criswell(11) 與 Stephenson and wilson(15) 指出大豆於生殖生長期，尤其是種子充實階段，豆莢所在節位的葉片爲其光合產物的主要供源，其他節位之葉片則隨與豆莢距離的增加而所能提供之光合產物漸少，顯示大豆植株每一節位上之器官有自成一單位的表現。本試驗利用大豆此一特性，選擇植株不同部位之葉片與豆莢，假設某一特定節位爲一供源／積儲單位，探討在生殖生長期二者之間的關係，以期對大豆產量生理有更完整的瞭解。

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第1245號。

2.本所農藝系助理、助理研究員與研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

材料與方法

試驗採用之材料爲早熟大豆品種十石（Shih-Shih, SS），於72年7月2日（夏作）播種於臺中縣霧峰鄉臺灣省農業試驗所農場。播種時每穴播4粒種子，出土後間拔爲2株，行株距爲 50×10cm。肥料用量爲N：P_2O_5：K_2O＝24：50：70kg/ha，均以基肥一次施於田間，生育期間進行中耕，除草及培土一次，其他田間管理按一般慣行栽培法進行。試驗小區面積爲12×3m^2，重複3次。

在開花（R1）期於自基部算起之第6、8與最頂端等之節位掛牌標示，以爲取樣依據，田間大豆之平均節數爲12節。自 R1 期開始每週取樣一次，每次自每小區逢機選取5株，三小區合計15株，按不同節位摘取葉片與莢果，自 R5 期開始再將豆莢區分爲莢果壁及種子。每次取樣均測定葉面積與各部位之乾物重，化學分析方面包括葉綠素，全氮與非構造性碳水化合物（total nonstructural carbohydrate, TNC）之測定。

測量葉面積係將大豆葉片自葉柄著生處剪下，擦拭乾淨後以葉面積測定儀（LI-3000 leaf area meter, LI-COR Company, U. S. A）測定之。乾物重係將葉片，莢果壁與種子依節位區分後，於送風乾燥機中以80°C烘乾 48hrs後秤量。經由不同生育期測得三個節位之葉面積與葉片乾重，可求得比葉重（specific leaf weight, SLW），係葉重與葉面積之比值（mg/cm^2）。由莢果壁及種子乾重可求得種子充實度，以種子乾重與莢果總乾重之比值（seed/pod ratio）表示之，又可計算種子之充實速率（seed growth rate, SGR, mg/day）。

葉片葉綠素濃度係將採自田間新鮮葉片依不同節位區分後，取定量材料於預冷之研缽中研磨至完全均質化，經紗布過濾，以絕對乙醇於 4°C 及黑暗情況下萃取 30min，在低溫狀況離心（1,000g）5min，取上層液以分光比色計（Perkin-Elmer Model 55 spectrophotometer）於649及665nm測定，計算chlorophyll a＋b之量[22]。

TNC與N素之分析方法係將烘乾後之材料以Wileymill經40目（mesh）篩磨粉，種子以Phillips HR-2170磨粉機磨粉，粉狀樣品置於 PE 塑膠瓶中再以80°C烘乾24hrs後，以內外蓋封口置於塑膠袋內密封，供分析用。TNC係仿Smith[14]法分析，稱取適量（100-500mg）樣品，以 0.5% takadiastase（"Clarase 40,000", Miles Laboratories Inc., U. S. A）於 40°C 水解 44hrs，再以Shaeffer-Somogyi copperiodometric titration method定量。N素係以Semi-micro kjeldahl 方法測定。

試驗期間大豆生育期之判定係依Fehr and Caviness[10]所定方法行之。

結　　果

依大豆葉片著生節位，取第6、8及頂端節位之葉片，分別測定其葉綠素，非構造性碳水化合物（TNC）及氮素之濃度，並由葉片乾重及面積計算比葉重。三個節位葉片之葉綠素含量的變化趨勢大致相同（圖1A），第6及第8節自開花期（R1），而頂端節位自豆莢形成期（R3）開始，葉綠素含量逐漸增加，三個節位均於種子開始充實時（R5期）達到最高葉綠素含量（2.6-2.8mg/g. f. w.），節位間差異不大，自R5 期後葉綠素含量逐漸降低，R7 期有再次回升的現象，成熟時各節位老化即將脫落葉片之葉綠素含量均低於0.5mg/g. f. w.。估計各節位從R5期至最末期，葉片葉綠素含量約下降85%。

葉片N素濃度變化如圖1B所示。三個節位中以第6及第8節位之變化趨勢較爲相同，二者均於開花期（R1）有最高N素濃度，分別爲4.2%及4.8%，而後隨豆莢及種子之形成而大幅下降，至 R5 期約爲3.7%。種子充實初期又行回升，於 R5.5期達次一高峯，第8節位較高約4.3%，第6節位僅3.8%，而後隨種子迅速充實而大幅下降，葉片脫落前之 N素濃度約爲2.5%。頂端節位葉片 N 素濃度之變化趨勢與上述二節位略有不同，在豆莢形成時（R3期）濃度最低，僅爲3.1%，隨後迅速上升，R5期達

最高濃度4.1%，一直維持到R5.5期後隨種子迅速充實而降至最低濃度2.2%。種子充實期間（R5.5至R7期），第6、8與頂端節位葉片N素濃度分別降低了1.25%、1.8%及1.8%。

生殖生長期間三個節位葉片TNC濃度變化趨勢（圖2A）與葉綠素含量之變化趨勢相同，均於種子開始充實（R5期）時達到最高TNC濃度，以第6節最高，爲20.3%，第8節次之爲19.8%，頂端節位最低爲17.0%。R5期以後TNC濃度大幅下降，R6期稍有回升，各節位葉片於脫落前之TNC濃度均低於5%。

三個節位葉片之比葉重變化趨勢並不一致（圖2B）。第6節葉片於R1期之比葉重爲3.6mg/cm^2，隨後逐漸上升，至R5期（種子開始充實）最高（4.5mg/cm^2），其後大幅下降，R5.5—R6.5間變化不大，葉片脫落前又下降至3.8mg/cm^2。第8節位葉片比葉重之變化趨勢與第6節位大致相同，但數值較高，R1至R5期大幅上升而達第一次高峯（4.9mg/cm^2），R5.5至R6.5期葉片又逐漸累積乾物質而達最大比葉重5.1mg/cm^2，隨後持續下降。頂端節位之比葉重自R3期便迅速增加，於R6.5期達最大值6.6mg/cm^2，而後亦呈下降趨勢。比較R5期以後三個節位之比葉重，發現愈頂端節位之比葉重愈大，葉片所累積乾物質愈多，差異極爲明顯。

莢果壁N素濃度變化趨勢相當一致（圖3A）。各節位均於豆莢形成時（R3期）具最高濃度由下而上依次爲3.4%、3.7%與3.95%，而後隨種子之發育與充實而持續下降，成熟期（R8）之最低濃度以頂端節位0.7%最高，第8節位0.5%次之，第6節位僅爲0.4%。豆莢自最初形成到成熟期，各節位N濃度之下降幅度，第6節爲3.0%，第8節爲3.2%，頂端節位3.3%。

自豆莢形成（R3期）開始三個節位莢果壁所累積之氮素即大量增加（圖3B）），約於R5.5期達到最大累積量，此時第6、8及頂端節位依次爲2.26，2.19及2.83mg/pod。而後第6與第8節之變化趨勢相同，均於R5.5期開始下降，至成熟時分別含有0.48及0.63mg/pod之N素。頂端節位莢果壁所累積之N素於R5.5期達最高值（2.8mg/pod）後亦持續下降，成熟時爲0.95mg/pod，均較低節位莢果壁N含量爲高。以各節位莢果壁最大N素累積量（R5.5）及成熟時莢果壁N素含量估計，三個節位莢果壁N素之減少量由上而下依次爲1.88，1.56及1.78mg/pod，以最頂端之節位最多，而第8節最少。

生殖生長期三個節位莢果壁TNC濃度變化趨勢大致相同（圖4A）。豆莢形成時（R3期）第6與第8節位莢果壁具有最高TNC濃度，分別爲10.2%及9.8%，頂端節位則爲6.6%，R3期後TNC濃度逐漸下降，R5.5期第6、8及頂端節位莢果壁之TNC濃度依次爲4.8%、4.0%及3.3%，均爲各節位之最低濃度，隨後又迅速升高，接近R6期時又達另一高峯，依次爲8.0%、6.8%與6.7%，頂端節位於此時方達到生育期最高濃度。成熟期三個節位莢果壁之TNC濃度由下而上依次爲6.7%、6.2%與6.0%，略有較下位者濃度較高之趨勢。

莢果壁乾物重之變化趨勢如圖4B所示，三個節位莢果壁之乾物重均自豆莢形成時（R3期）迅速增加，於R6.5—R7達最大乾物累積，各節位之累積量由上而下依次爲163.1、147.8與136.8mg/pod，隨著豆莢成熟莢果壁乾重亦有小幅度下降。

三節位種子於充實期間之N素濃度變化不太一致（圖5A），第6節位種子N素濃度在6.1～6.6%間呈起伏變化，幅度甚小；第8節位種子於R5至R6.8間N素濃度變化不大，而後大幅上升，R7.2時高達7.4%，種子成熟前又大幅下降。頂端節位種子N素濃度於R5期爲三節位中最低者，僅有5.1%，而後隨著種子充實逐漸升高，成熟時種子N素濃度以頂端節位7.2%最高，第8節位6.9%次之，第6節位最低爲6.6%。

種子N素累積量（mg/pod）之變化如圖5B所示，三個節位種子均自種子開始形成（R5期）以後迅速累積N素，於R5至R6期間三節位N素累積量差異不大。R6期後，第6節位之累積速率最快，第8節位次之，而頂端節位最慢，至R6.5期第6節位種子N素累積量爲14.8mg，已達R8期的80%，而此時第8節位及頂端節位種子之N素累積量分別僅爲R8期的66%及53%，差異甚大。就種子N素累

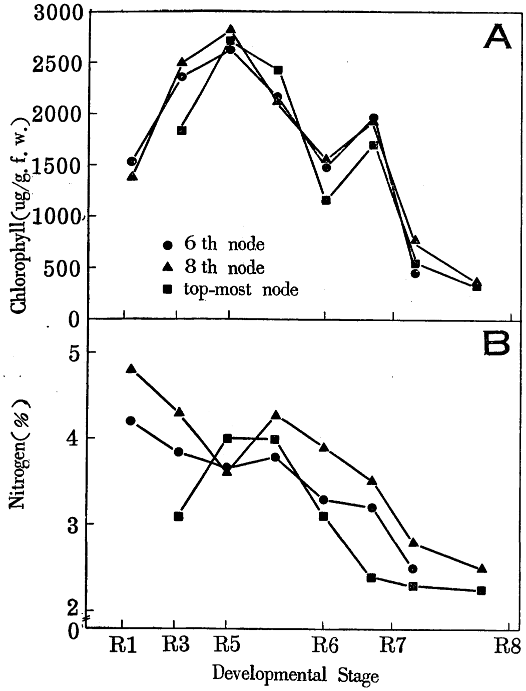

Fig. 1. Changes of (A) chlorophyll and (B) N concentrations in the soybean leaves at 3 node positions during reproductive growth period.

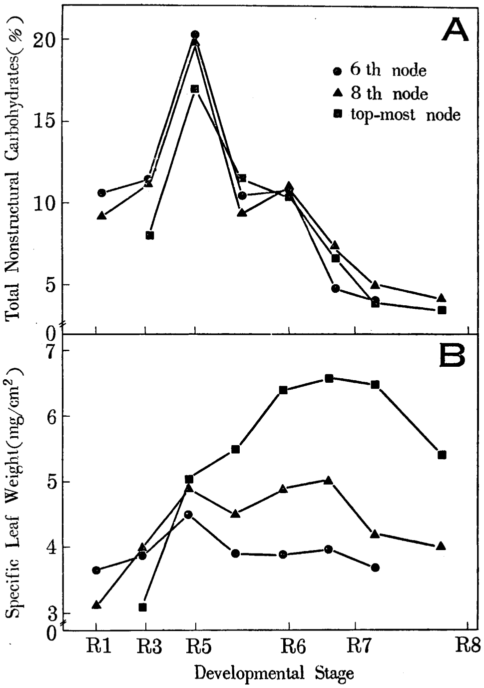

Fig. 2. Changes of (A) TNC concentration and (B) specific leaf weight of soybean leaves at 3 node positions during reproductive growth period.

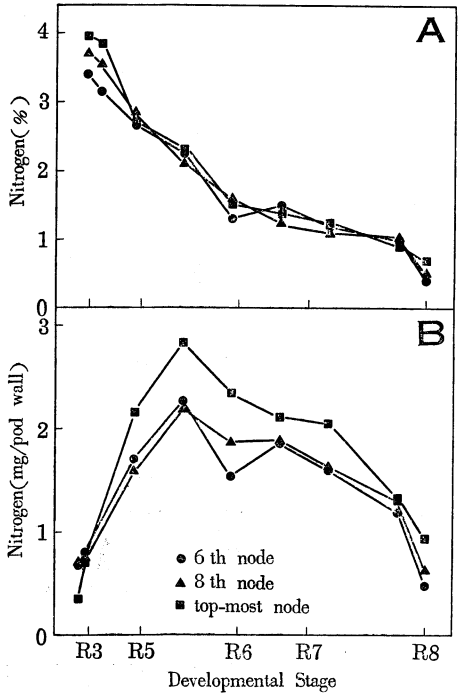

Fig. 3. Changes of (A) N concentration and (B) N amount present in soybean pod walls at three node positions during reproductive growth period.

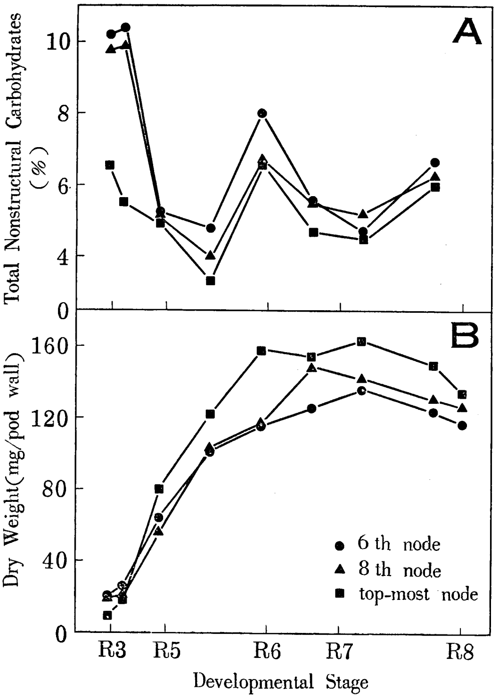

Fig. 4. Changes of (A) TNC concentration and (B) dry weight of soybean pod walls at three node positions during reproductive growth period.

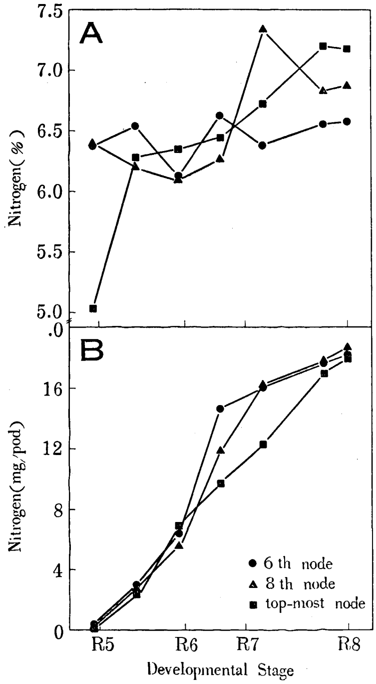

Fig. 5. Changes of (A) N concentration and (B) N amount present in soybean seeds at three node positions during reproductive growth period.

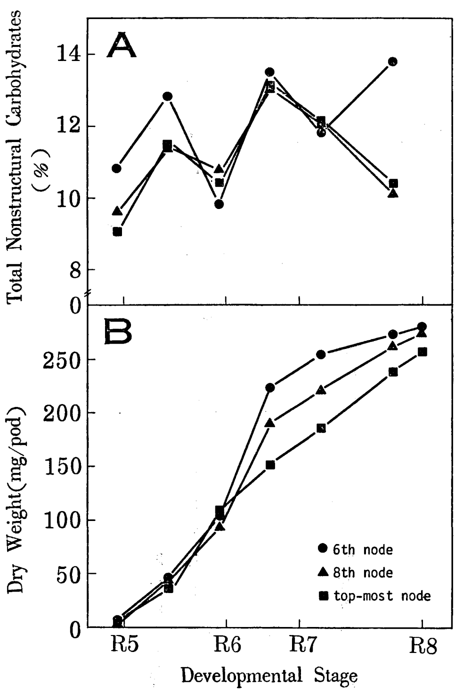

Fig. 6. Changes of (A) TNC concentration and (B) dry weight of soybean seeds at three node positions during reproductive growth period.

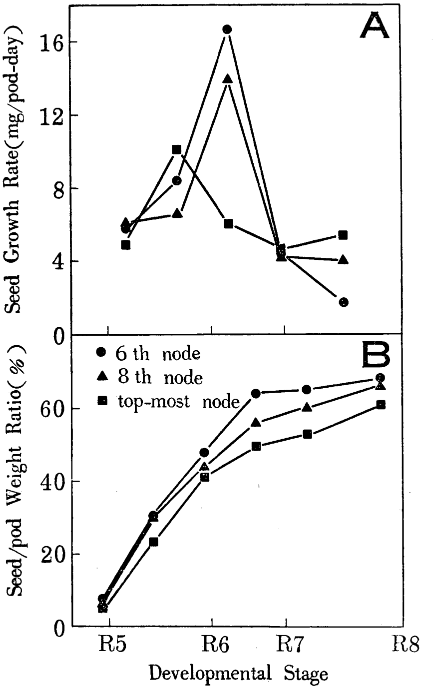

Fig. 7. Changes of (A) seed growth rate and (B) seed/pod weight ratio at three node positions of soybean plants at successive reproductive growth stages.

積模式而言，第 6 節位以種子充實前期的累積速率較高，頂端節位於 R6至 R8期間呈緩慢的直線累積，第 8 節位則兼有二者之特性。 種子成熟時三節位N素累積量約爲18mg，差異不大。

種子自發育後 TNC 濃度在 9 —14%間呈起伏變化（圖 6A ），除第 6 節於末期大幅上升而差異較大外，變化趨勢頗爲一致。成熟時以第 6 節位 TNC 濃度最高，達13.8%，第 8 與頂端節位約爲10%左右。

種子乾物質累積（ mg/pod）（圖6B）與N素累積之趨勢相同。三節位於 R5至 R6間乾物累積之差異不大， R6 期後以第 6 節之累積最爲迅速，第 8 節次之，頂端節位最緩慢，至 R6.5 期三節位種子所累積之乾物質佔 R8 期乾物質之比率，由下而上依次爲80%、70%及59%。成熟時以第 6 節位有最大乾物重，第 8 節次之，而頂端節位最低。

圖7A說明種子充實速率（ SGR, mg/pod-day ）之變化情形。第 6 及第 8 節位的變化模式頗爲相似，種子充實初期二者之速率差異很小，而後第 6 節位種子之充實速率均遠大於第 8 節位，其中尤以最大累積速率時之R6.5期差異最大，分別爲 16.8及 13.7mg/pod-day

。頂端節位SGR自R5期便逐漸增快，於 R5.6達最高峯，但其值僅爲10.0mg/pod-day，均遠較其他二節位低，而後逐漸下降，但成熟前其SGR反較其他二節位高，種子仍然繼續充實與累積乾物質。

以種子乾重對莢果重之比值表示種子充實度之變化（圖 7B ），三個節位的變化趨勢大致相同，皆自種子形成（R5期）後迅速充實，於 R5—R6.5間呈直線增加，至 R6.5期第 6 節位之充實度已達成熟期的93%，其種子充實最爲迅速，而此時第 8 節及頂端節位之充實度，依次僅達 R8 期的84%及81%。三節位之充實度呈節位次序，以第 6 節位最大，第 8 節次之，而頂端節位種子充實度最低，比較成熟期之充實度，三節位由下而上依序爲68.4%、66.6%及61.2%。

討　論

依據Fehr and Caviness[10]之方法判斷大豆生育期，R1爲始花期，R2爲盛花期，R3爲豆莢形成期，R4爲全莢期，自R5期方有種子出現爲種子形成期，R6爲種子飽滿期，R7期豆莢開始黃化爲種子生理成熟期，至R8期種子完全成熟爲成熟期。現將本試驗分成二部份，即 R1—R5期（豆莢期）及R5—R8期（種子充實、成熟期），探討植株上，中、下三個供源一積儲單位間之關係。

一、開花期至種子形成前（R1至R5期）之供源一積儲關係

由圖1A及圖2A得知第 6 及第 8 節位供源葉片葉綠素及 TNC濃度皆自 R1期，而頂端節位葉片自R3期起大幅上升，均於R5期達最大值，顯示出大豆植株進入生殖生長期後葉片之供源能力（ source capacity）大幅增加，而此時豆莢（莢果壁）爲主要積儲部位（15），然而由於莢果壁爲一暫時性的積儲組織（20），而且種子尚未形成，因此其積儲需求並不强烈，導致此時期供源葉片所合成的光合產物除了利用於生長之維持及消耗外，可大量累積於葉片，此時期葉片 TNC 濃度可高達20%，比葉重（SLW）亦直線增加，尤以第 6 及第 8 節位之比葉重於R5期已達全生育期最大值。 Egli *et al*[9]亦認爲大豆在種子充實期比葉重和碳水化合物之累積有密切相關 ； 王等[1]指出大豆進入生殖生長期後，植株乾物質迅速累積，於 R6 期達全株最大乾物重。這些結果均顯示大豆植株進入生殖生長期後，葉片光合能力增强，供源能力大幅增加，以因應發育中莢果壁或即將發育之種子的需要。

莢果壁 TNC濃度（圖4A）在其最初形成時最高，且以第 6 節最高，第 8 節次之，頂端節位最低，與葉片 TNC濃度相若，顯示積儲部位 TNC 濃度與供源部位有極密切的關係存在。R3期後莢果壁TNC濃度大幅下降，推測可能是提供豆莢內逐漸發育而成的種子及構成莢果壁本身組織需要所致。

葉片N素濃度的變化（圖1B）與葉綠素及TNC之表現不同，中、低節位均在 R1期有最高N素濃度，而後大幅降低，而頂端節位於R3期屬於幼葉，葉片尚未發育完全，故N素濃度較低，而後由於葉片之生長與發育而升高，於R5期達最大濃度。三節位莢果壁N素濃度之變化模式相同，亦在最初形成時最高，而後迅速下降，推論其原因，除了因供源葉片 N素供給不足外，可能部份N素自莢果壁轉移至發育中的種子，此外莢果壁乾物質累積速率（ 圖4B）遠高於 N 素累積速率（圖3B），亦爲導致N素濃度大幅下降的原因之一。

二、種子形成至種子成熟（R5—R8）期之供源一積儲關係

自種子開始形成後，三個節位供源葉片葉綠素含量均大幅下降，雖然 chatterton[5]未能發現葉綠素含量和光合作用間之明確關係 ， Secor *et al*[13] 却報告大豆老化過程中 ， 葉綠素濃度與 RuBP Carboxylase活性同時下降，本試驗中又發現葉片TNC濃度及比葉重均於 R5—R5.5期大幅下降，推測至少最下節位之光合能力在此時已成爲限制因子。此一時期由於種子迅速形成及充實而成爲主要積儲[11]， 對供源葉片有大量需求，尤以下位節種子最爲明顯，而最上位節種子因形成較晚，積儲需求較小，可由圖6A種子TNC濃度（R5—R5.5）以第 6 節位最高，頂端節位最低得到證明。

葉片及莢果壁 TNC濃度在R6時略有上升，其後又再度下降，尤以葉片更爲明顯，各節位間差異並不顯著但莢果壁TNC濃度似乎以較下位節者較高，莢果壁爲一暫時性的貯存庫[20,8]， 而葉片老化

係自下節位開始，因此下位節莢果壁含有較高 TNC 濃度是否具有補償作用，值得進一步探討。葉片TNC濃度在種子充實期（R5）至老化脫落前（約R7）平均約下降15%，顯示葉片內大多數的 TNC 都能向外轉移 ，Egli *et al*[9] 認爲葉片內碳水化合物會隨種子充實而大量轉移至種子，因而濃度大幅下降，Hume and Criswell[11] 與Stephenson and Wilson[15] 以 ^{14}C 標定試驗也有相同結果，顯示積儲需求有自供源移出 （ drain ） 同化物質的能力，間接影響供源葉片之光合作用及生理活性；Dunphy and Hanway[6] 更認爲生長後期葉片中TNC能否順利轉移到種子，爲決定產量的重要因子之一。

葉片N素濃度自種子充實期即大幅下降，莢果壁N素濃度亦自R5期大量減少，顯示種子對 N素之需求頗大。老化即將脫落的葉片內仍含有大量N素（2.2%—2.5%），與王等[2] 之結果相符， 但與Streeter[16], Boon-Long *et al*[4] 及Zeiher *et al*[24] 之結果（0.9—1.1%）相差甚大。本研究室多年來對許多品種之調查結果顯示本省大豆老化葉片 N素含量過高，無法充分轉移，對N素需求頗大的大豆種子而言，或爲產量的限制因子。莢果壁 N 素之轉移效率高，R8時 N 濃度均在 1.0%以下，但TNC濃度則爲 6 %，較葉片爲高； Jones and Simmons[12] 在玉米發現植株營養部位N素之轉移受到限制，然而 C 素之轉移却頗具效率，因此推論二者可能經由不同的代謝途徑轉移。大豆莢果壁中N與TNC向種子的轉移方式是否也有類似區別，尙待試驗證明。

由於種子充實期間大量 N素及 TNC 自葉片移出，導致比葉重於種子充實末期大幅下降，此一現象在三個供源葉片內均顯著存在，且有愈下位葉者出現愈早之現象，顯示在植株內由於不同節位葉片發生（ ontogeny ）時間不同而呈現不同生理活性。頂端節位葉片發生最晚，活性最大，且在族羣中的受光態良好，因此具有最大的光合生產力及最高比葉重。上位葉葉片較厚，所含乾物質較多，可能有利其生理活性之維持，因此就大豆植株而言，上位葉片光合能力之持續時期長短可能對大豆產量有較大意義。

莢果壁在R5期前扮演積儲角色，累積大量N素及 TNC，而後於種子充實期轉移至種子而成爲供源組織，Egli and Leggett[7] 指出莢果壁在供源葉片及種子間扮演緩衝（ buffering ）的角色。Egli *et al*[8] 認爲葉片和莢果壁可提供種子所需N素之20%，若處於缺 N狀態，則比例可提高至60%。Thorne[19] 更認爲對生育期短的品種而言，莢果壁所貯藏及再轉移的同化物可有效的延長種子充實期。依據 Thorne[19] 之計算方法，估計莢果壁所轉移乾物重對種子產量之貢獻（20-30mg/pod），三個節位由下而上依序爲 2.8%、3.2%及4.7%，顯示種子的乾物累積主要來自現階段葉片所進行的光合作用，再轉移物質可能以N素及其他較微量之營養要素爲主。

由種子對莢果乾重之比率（圖 7B）得知下位節之種子充實度最高，向上依序遞減，較下節位種子並有較高的百粒重（第 6 、 8 與頂端節位分別爲 17.7、17.2與16.2g），顯示低節位種子形成較早，充實速率較高（圖7A），至 R6.5期時已累積R8期之 80%乾物質，上位節種子之充實速率較低，R6.5期乾重僅爲成熟種子之 70%（第 8 節位）與 59%（頂端節位）。上述結果顯示上位節葉片雖有持續較長的光合成能力，莢果壁亦累積較多的乾物質與 N素，但並無法直接表現於產量，推究其原因，可能爲下位葉片較早老化，上位葉片必須供應部份下位莢果的積儲需要，或上位葉片亦呈現功能性老化（functional senescence），但無法由外觀及葉綠素與N素濃度表現測知[23]。

綜合本試驗各項結果，大豆植株各供源與積儲單位在 R5（種子形成）期以前的表現大致相同，顯示此一時期二者間之關係較爲單純，自種子開始形成以後，種子爲主要積儲，莢果壁爲暫時性積儲兼有供源能力，又由於不同節位葉片之發生時序導致生理活性的差異，增加了供源葉片與積儲種子間關係的複雜性。綜觀大豆植株各器官的表現，以下位莢果與上位葉片對產量的重要性較高，延緩大豆葉片生理活性老化以提高產量業爲多數學者所注意，但如何提高高節位莢果種子充實速率及產量表現似爲更可行之途徑，今後對有關供源與積儲間之關係，亦有更加深入瞭解的必要。

引用文獻

1. 王强生、曹文隆、劉大江。1984a. 大豆植株之乾物質累積與分佈。中華農業硏究33(2)。（排印中）。
2. 王强生、魏夢麗、劉大江 。 1984b. 大豆植株營養要素之累積與分佈，全生育期非構造性碳水化合物與氮素濃度之變化。中華農業硏究33(2)。（排印中）。
3. 盧英權1953・臺灣大豆品種對栽培季節之適應性。農林學報２：99—107.
4. Boon-Long, P., D. B. Egli and J. E. Leggett. 1983. Leaf N and photosynthesis during reproductive growth in soybeans. Crop Sci. 23 : 617-620.
5. Chatterton, N. J. 1973. Product inhibition of photosynthesis in alfalfa leaves as related to specific leaf weight. Crop Sci. 13 : 284-285.
6. Dunphy, E. J. and J. J. Hanway. 1976. Water-soluble carbohydrate accumulation in soybean plants. Agron. J. 68 : 697-700.
7. Egli, D. B. and J. E. Leggett. 1976. Rate of dry matter accumulation in soybean seeds with varying source-sink ratios. Agron. J. 68 : 371-373.
8. Egli, D. B., J. E. Leggett and W. G. Duncan. 1978. Influence of N stress on leaf senescence and N redistribution in soybeans. Agron. J. 70 : 43-47.
9. Egli, D. B., J. E. Leggett and A. Cheniae . 1980. Carbohydrate levels in soybean leaves during reproductive growth. Crop. Sci. 20 : 468-473.
10. Fehr. W. R. and C. E. Caviness. 1977. Stages of soybean development. Special report 80, Cooperative Extension Service, Iowa State Univ.
11. Hume, D. J. andJ. G. Criswell. 1973. Distribution and utilization of c-labelled assimilates in soybeans. Crop Sci. 15 : 519-524.
12. Jones, R. J. and S. R. Simmons. 1983. Effect of altered source-sink ratio on growth of maize kernels. Crop Sci. 23 : 129-134.
13. Secor, J., R. Shibles and C. R. Stewart. 1983. Metabolic changes in senescing soybean leaves of similar plant ontogeny. Crop Sci. 23 : 106-110.
14. Smith, D. 1969. Removing and analyzing total nonstructural carbohydrates from plant tissue. Wis. Agri. Exp. Sta. Res. Rep. 41. 11pp.
15. Stephenson, R. A. and G. L. Wilson. 1978. Patterns of assimilate distribution in soybeans at maturity. III. The contribution of assimilate to pods near the apex in determinate types. Aust. J. Agri. Res. 29 : 1-8.
16. Streeter, J. G. 1978. Effect of N starvation of soybean plants at various stages of growth on seed yield and N concentrations of plant parts at maturity. Agron. J. 70 : 74-80.
17. Tanaka, A. 1980. Source and sink relationship in crop productions. Tech. Bull. No. 52, FFTC, Taipei.
18. Thorne, J. H. and H. R. Koller. 1974. Influence of assimilate demand on photosynthesis, diffusive resistance, translocation, and carbohydrate levels of soybean leaves. Plant Physiol. 54 : 201-207.
19. Thorne, J. H. 1979. Assimilate redistribution from soybean pod walls during seed development. Agron. J. 71 : 812-816.
20. Thorne, J. H. 1980. Kinetics of c-photosynthate uptake by developing soybean fruit. Plant Physiol. 65 : 975-979.
21. Wardlaw, I. F. 1968. The control and pattern of movement of carbohydrates in plants. Bot. Rev. 34 : 79-105.
22. Wintermans, J. F. G. H. andA. De Mots. 1965. Spectrophotometric characteristics of chlorophyll and their pheophytine in ethanol. Biochim. Biophys. Acta 104 : 448-453.

23. Wittenbach, V. A. 1982. Effect of pod removal on leaf senescence in soybeans. Plant Physiol. 70 : 1544-1548.

24. Zeiher, C. D., B. Egli, J. E. Leggett and D. A. Reicosky. 1982. Cultivar differences. in N redistribution in soybean. Agron. J. 74 : 375-390.

Source and Sink Relationshpi at Different Nodes of Soybean Plants[1]

S. H. Tsao, C. S. Wang and D. J. Liu[2]

Summary

This paper investigated the relationship between source and sink organs at 3 different node positions of soybean plants during the reproductive growth period. Using Shih-Shih as experimental variety, samples were taken weekly from the 6th, 8th, and the upper-most nodes, starting from the flowering (R1)stage. Dry weight and concentrations of N and total nonstructural carbohydrates (TNC) were analyzed for every sample. Leaf area and leaf chlorophyll content were also determined. Results showed that the source-sink relationship was similar among three node positions for every measured character before R5 (beginning seed) stage. Specific leaf weight and leaf TNC concentration increased and no apparent decrease in leaf N concentration were observed. Pod wall possessed the function of temporary sink during the same period. After the beginning of seed formation, the seed became the primary sink and the pod wall acted as both a sink and source organ. Differences in physiological activities due to the sequential ontogeny among leaves of different nodes added the complexity between the source leaf and the sink seed. For the upper node, there was a continuous increase of specific leaf weight. Pod wall contained higher amounts of dry matter and N. However, seed yield, seed filling rate and seed/pod ratio were lower when compared with those of the lower nodes. In other words, the upper leaves could maintain higher physiological activity when plant was approaching maturity whereas the lower seeds were more important to grain yield. Delaying the senescence of leaf and/or increasing the filling rate of upper pods may improve the relationship between source and sink, and hence increase the grain yield.

---

1. Contribution No. 1245 from Taiwan Agricultural Research Institute. This study was supported in part by a grant from Council of Agriculture, Executive Yuan.

2. Respectively, research assistant, assistant agronomist and senior agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC.